

PCT/DE 99 / 03 6 14
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 27 JAN 2000

WIPO PCT

Bescheinigung

DE 99 / 3614
EJU

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Datenübertragung in einem Funk-Kommunikations-system mit CDMA-Teilnehmerseparierung und variablen Spreiz-faktoren"

am 13. November 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole H 04 J, H 04 B und H 04 Q der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 2. Dezember 1999
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Aktenzeichen: 198 52 571.0

Waasmaier





Beschreibung

Verfahren zur Datenübertragung in einem Funk-Kommunikations-
system mit CDMA-Teilnehmerseparierung und variablen Spreiz-
5 faktoren

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Datenübertragung und
ein Funk-Kommunikationssystem mit CDMA-Teilnehmerseparierung
und variablen Spreizfaktoren.

10

In Funk-Kommunikationssystemen werden Daten (beispielsweise
Sprache, Bildinformation oder andere Daten) mit Hilfe von
elektromagnetischen Wellen über eine Funkschnittstelle über-
tragen. Die Funkschnittstelle bezieht sich auf eine Verbin-
15 dung zwischen einer Basisstation und Teilnehmerstationen,
wobei die Teilnehmerstationen Mobilstationen oder ortsfeste
Funkstationen sein können. Das Abstrahlen der elektromagne-
tischen Wellen erfolgt dabei mit Trägerfrequenzen, die in dem
für das jeweilige System vorgesehenen Frequenzband liegen.
20 Für zukünftige Funk-Kommunikationssysteme, beispielsweise das
UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) oder andere
Systeme der 3. Generation, sind Frequenzen im Frequenzband
von ca. 2000 MHz vorgesehen.

30

Aus SMG L1 Expert Group, Tdoc 120/98, Bocholt, vom 18-20. Mai
1998, S.16-19, ist es bekannt, daß für zukünftige Funk-Kom-
munikationssysteme eine Funkschnittstelle vorgesehen ist, die
in einem Frequenzband eine gleichzeitige Übertragung mehrerer
Signale vorsieht, deren Datensymbole durch Spreizcodes ge-
spreizt sind. Dieses Verfahren wird als CDMA (code division
multiple access) bezeichnet, denn es gestattet dem Empfänger,
anhand der Spreizcodes die Signale wieder zu trennen und die
Datensymbole der unterschiedlichen Datenströme zu detektie-
ren.

35

Das CDMA-Übertragungsverfahren ermöglicht eine störresistente
Übertragung mit leichter Anpassung der Datenrate einer Ver-

und damit unterschiedlichen Datenraten trotzdem eine einheitliche Detektion mit gleicher Datenrate in den Kanälen nachgebildet werden.

5 Damit kann auch unabhängig von den tatsächlich verwendeten Spreizfaktoren mit einer einheitlichen Symbolrate das Empfangssignal für alle enthaltenen Signale ausgewertet werden. Die Empfangseinrichtung wird auf die maximale Signalzahl und den maximalen Spreizfaktor dimensioniert, kann aber mit geringsten Anpassungen problemlos eine geringere Anzahl von
10 Signalen verarbeiten, die jedoch zumindest teilweise einen geringeren Spreizfaktor verwenden.

Diese Lösung ist prinzipiell für jede Art von CDMA-Detektoren
15 geeignet, d.h. für Rake-Empfänger ebenso wie für Detektoren mit gemeinsamer Detektion. Eine solche Lösung ist besonders leicht zu implementieren.

Nach vorteilhaften Weiterbildungen der Erfindung kann eine
20 Modifizierung der virtuellen Spreizcodes auch Codehopping oder Codescrambling (entsprechend einer W-CDMA Übertragung nach SMG L1 Expert Group, Tdoc 120/98, Bocholt, vom 18-20. Mai 1998) unterstützen. Hier sind die virtuellen Spreizcodes so gewählt, daß für jedes Symbol oder eine Symbolgruppe ein anderer Spreizkode mit kleinem Spreizfaktor angenommen werden kann.

Durch Scrambling werden besonders bei kurzen Spreizcodes (kleiner Spreizfaktor) Diversitätseffekte ausgenutzt. Beim
30 Scrambling werden die Chips der Spreizcodes verändert. Dies kann mit modulo 2 Operationen, durch allgemeine Multiplikation mit einer Folge sowie komplex- oder reellwertig geschehen. Nach Ablauf einer Scramblingperiode werden die Chips der Spreizcodes in gleicher Weise verändert. Ist die Scrambling-
35 periode gleich der Spreizkodelänge, dann ändern sich die Spreizcodes effektiv nicht. Ist die Periode länger als die Symbollänge, ändert der Spreizkode von Symbol zu Symbol, so

viduellen auf Kanalimpulsantworten bezogenen Werten nach einer Bandstruktur belegt.

Benachbarte Positionen in der Systemmatrix werden derart belegt, daß sich die signalindividuellen Werte der verschiedenen Signale abwechseln und die belegten Positionen entsprechend der Überlagerungen zwischen den Symbolen ausgerichtet sind. Zwischen zwei Werten eines Teilnehmersignals mit einem großen Spreizfaktor werden gemäß des Spreizfaktorverhältnisses Werte eines Teilnehmersignals mit kleinem oder gleichem Spreizfaktor angeordnet. Für die Teilnehmersignale mit dem kleineren Spreizfaktor sind entsprechend mehr beieinanderliegende Positionen vorgesehen. Es wird daraufhin eine lineare Detektion für die Datensymbole der zumindest zwei Datenströme durch eine Verknüpfung der Systemmatrix und der Empfangsmatrix durchgeführt.

Damit wird gegenüber der in der Literatur, siehe A.Klein, "Multi-user detection of CDMA signals - algorithms and their application to cellular mobile radio", VDI Verlag, 1996, S.38-43, eine verbesserte Bandstruktur erreicht und den Anforderungen variabler Spreizcodes entsprochen. Die Verwendung unterschiedlicher Spreizfaktoren führt zu einer größeren Anzahl von Interferenzen zwischen Symbolen unterschiedlicher Teilnehmersignale. Die erfindungsgemäße Aufstellung der Systemmatrix trägt dazu bei, trotz dieser Interferenzen aufwandsgünstig zu detektieren. Wird eine solche optimierte Detektion durchgeführt, so ergeben sich kürzere Rechenzeiten, die es erlauben, den Detektor in einem "Idle-Mode" zu schalten. Dadurch wird der Stromverbrauch und/oder die Wärmeabgabe des Gerätes gesenkt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert.

Dabei zeigen

eine Unterscheidung von Teilnehmersignalen innerhalb des Signalgemischs zuläßt. Anschließend werden die einzelnen Teilnehmersignale aufsummiert und mit dem Summensignal ein Funkblock gebildet. Die Funkblockbildung bezieht sich vor allem auf ein Übertragungssystem mit "burstartigem" Senden. Zum kontinuierlichen Senden, wie im W-CDMA-Betrieb, werden innerhalb der Funkblockbildung die Daten eines Zeitschlitzes (slot) zusammengestellt. Daraufhin wird das Signal in einem Chipimpulsfilter gefiltert und in einem D/A-Wandler in ein analoges Signal umgewandelt, das verstärkt und über Antennen AT abgestrahlt werden kann.

Die korrespondierende Struktur einer Empfangseinrichtung ist aus Fig 3 ersichtlich. Nachdem die Signale bei der empfangenden Funkstation über die dortige Antenne AT empfangen, anschließend verstärkt und ins Basisband umgewandelt wurden, findet eine Abtastung des Empfangssignals und eine A/D-Wandlung statt, so daß das Empfangssignal einem digitalen Tiefpaß zugeführt werden kann. Das digitalisierte Signal wird nun parallel einem Kanalschätzer KS und einer Detektionseinrichtung DE zugeführt. Dabei wird für die folgende Betrachtung angenommen, daß das Empfangssignal in Form einer Empfangsmatrix e vorliegt, wobei

$$e = A \cdot d + n \text{ gilt.}$$

A beschreibt eine Systemmatrix, d gibt die zu detektierenden Daten in Matrixform an und n ist eine den Rauschanteil enthaltende Matrix.

Im Kanalschätzer KS werden Trainingssequenzen, die im Empfangssignal verzerrt vorhanden sind, mit im Empfänger vorliegenden unverzerrten Trainingssequenzen verglichen und aus dem Vergleich Kanalimpulsantworten bestimmt, die teilnehmerindividuell den Übertragungskanal beschreiben. Mit Hilfe der Kanalimpulsantworten wird die Systemmatrix A aufgestellt. Die Systemmatrix A enthält auf die individuellen Kanalimpulsant-

$$A = \begin{pmatrix} b_1^1 & b_1^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_2^1 & b_2^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_3^1 & b_3^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_4^1 & b_4^2 & b_1^2 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_5^1 & b_5^2 & b_2^2 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_6^1 & b_6^2 & b_3^2 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_7^1 & 0 & b_4^2 & b_1^1 & b_1^2 & 0 & \dots & 0 \\ b_8^1 & 0 & b_5^2 & b_2^1 & b_2^2 & 0 & \dots & 0 \\ b_9^1 & 0 & b_6^2 & b_3^1 & b_3^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_4^1 & b_4^2 & b_1^2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

Durch die abwechselnde Anordnung von Vektoren b^1 und b^2 , wobei der Vektor b^2 aufgrund des kleiner Spreizfaktor häufiger benutzt wird, wird eine Bandstruktur der Systemmatrix A erreicht, auch wenn unterschiedlich Spreizfaktoren SF verwendet werden.

Die kombinierten Kanalimpulsantworten der Symbole, zwischen denen Interferenzen möglich sind - dies sind sowohl aufeinanderfolgende Symbole eines Signals als auch Symbole unterschiedlicher aber gleichzeitig übertragener Teilnehmersignale -, befinden sich in benachbarten Positionen der Systemmatrix A. Es sei angemerkt, daß für obenstehendes Beispiel die erste und zweite, die vierte und fünfte usw. Spalte auch vertauscht werden können. Im allgemeinen ist beim Aufstellen der Systemmatrix A sicherzustellen, daß die kombinierten Kanalimpulsantworten der interferierenden Symbole dicht beieinander stehen und die Anzahl der zu reservierenden Positionen in der Systemmatrix A für die Signale im umgekehrten Verhältnis ihrer Spreizfaktoren steht.

In der Detektionseinrichtung DE wird entsprechend dem Ausführungsbeispiel eine gemeinsame Detektion durchgeführt, wobei jedoch auch jeder andere lineare Empfänger, z.B. mit Entscheidungsrückführung (decision feedback) oder andere Mehr-

Verbindung mit vierfacher Datenrate und einem Spreizfaktor von $SF=4$ betrieben wird. Damit ist die Maximallast erreicht.

Jeder Spreizkode c_1 bis c_4 besteht aus 16 Chips, wobei nach Fig 4 für die vier Verbindungen mit den Spreizkodes $c_1..c_4$ die 16 Chips frei gewählt sind, so daß sich möglichst zueinander orthogonale Spreizkodes ergeben. Der fünfte Spreizkode c_5 , dessen Grundsymbol nur aus vier Chips besteht, wird also innerhalb der 16 Chips viermal wiederholt. Damit wird allerdings auch die vierfache Datenmenge übertragen, in dem in Fig 4 dargestellten Zeitintervall also vier Symbole.

Entsprechend dem Ausführungsbeispiel wird jeder der vier im dargestellten Zeitintervall aufeinanderfolgenden Spreizkodes c_5 einem virtuellen Spreizkodes vc zugeordnet und für die übrigen Stellen der Wert "0" eingefügt. Eine Überlagerung der virtuellen Spreizkodes vc ergibt wieder die Abfolge der ursprünglichen Spreizkodes c_5 . Nach den vier dargestellten Symbolen der Fig 4 wiederholt sich die Aufteilung in virtuelle Spreizkodes vc , so daß z.B. der den ersten virtuellen Kanal bildende virtuelle Spreizkode c_{51} somit das 1., 5., 9. usw. Symbol detektiert.

Es sei angemerkt, daß auch eine Symbolgruppe aus mehreren, z.B. zwei Symbolen - entspricht 8 Chips, einem virtuellen Spreizkode zugeordnet werden kann. Dies ist besonders dann vorteilhaft, wenn keine Verbindung mit dem maximalen Spreizfaktor SF_{max} betrieben wird.

Insgesamt verarbeitet die Detektionseinrichtung DE nun acht Kanäle mit der Grunddatenrate, obwohl unterschiedliche Spreizfaktoren SF verwendet werden. Änderungen der Spreizfaktoren SF können sehr leicht im Empfänger nachvollzogen werden. Eine Realisierung der Empfangseinrichtung durch einen anwendungsspezifischen Schaltkreis (ASIC) wird dadurch ermöglicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Datenübertragung in einem Funk-Kommunikationssystem mit CDMA-Teilnehmerseparierung und variablen

5 Spreizfaktoren, bei dem

- in einem Kanal gleichzeitig Signale von zumindest zwei Datenströmen mit durch Spreizcodes (c) gespreizten Datensymbolen übertragen werden, wobei für die Signale unterschiedliche Spreizfaktoren (SF) einstellbar sind, die
10 kleiner oder gleich einem maximalen Spreizfaktor (SFmax) sind,

- empfangsseitig die Signale mit Hilfe der Spreizcodes (c) detektiert werden,

dadurch gekennzeichnet,

15 - daß empfangsseitig für ein Signal mit einem Spreizfaktor (SF), der kleiner als der maximale Spreizfaktor (SFmax) ist, mehrere virtuelle Spreizcodes (cv) gebildet werden, die jeweils nur auf einzelne Symbole oder Symbolgruppen des Signals bezogen sind,

20 - die Detektion dieses Signals mit den virtuellen Spreizcodes (cv) durchgeführt wird, und

- die Detektionsergebnisse mit den virtuellen Spreizcodes (cv) zum empfangsseitigen Datenstrom des Signals mit dem kleineren Spreizfaktor aneinandergereiht werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem
ein Spreizcode (c) mit einem Spreizfaktor (SF), der kleiner als der maximale Spreizfaktor (SFmax) ist, von Symbol zu Symbol oder von Symbolgruppe zu Symbolgruppe geändert wird.

30

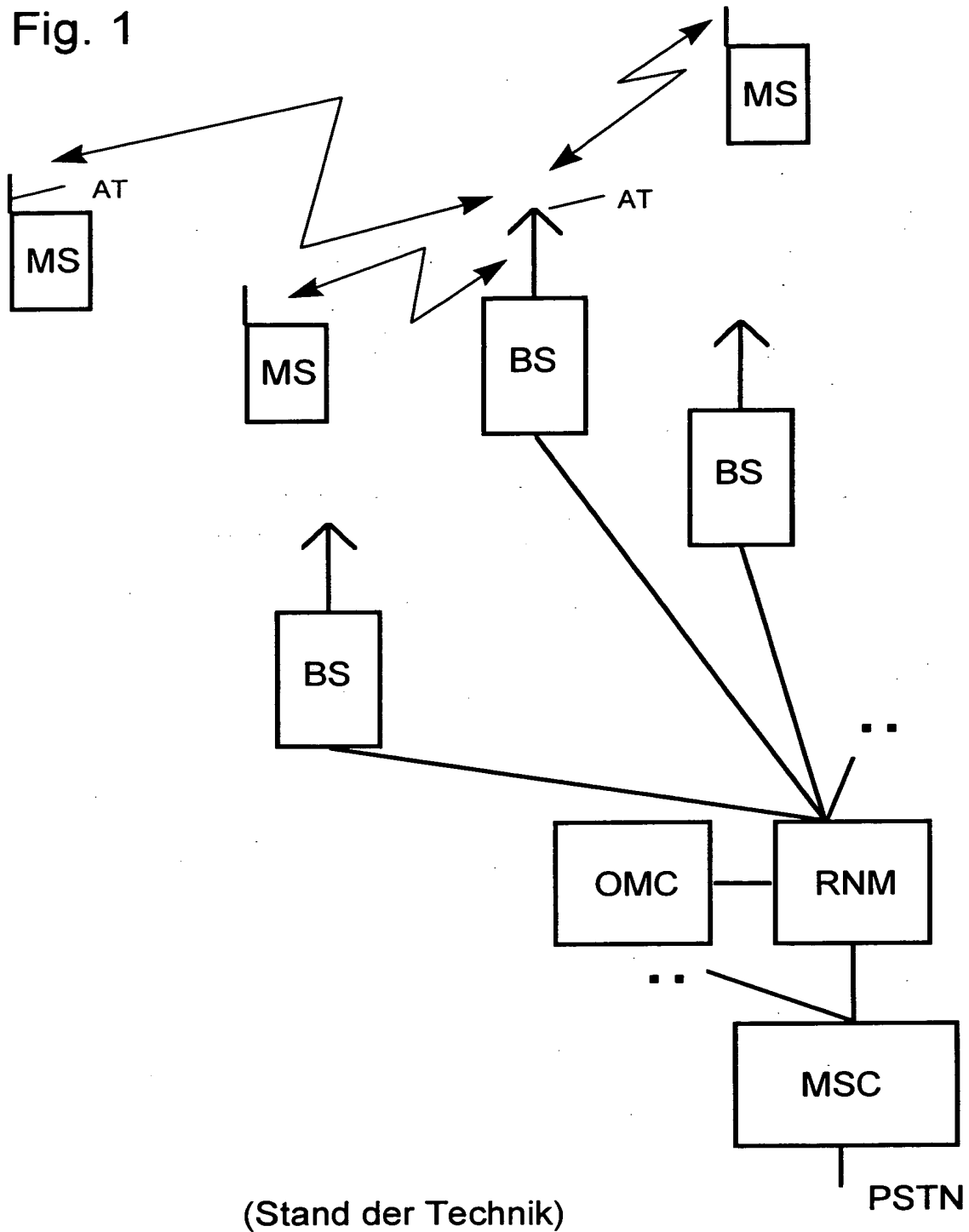
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem
die Änderung des Spreizcode (c) der Aufteilung in virtuelle Spreizcodes (cv) entspricht.

35 4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, bei dem
die Länge der virtuellen Spreizcodes (cv) der Symbollänge des maximalen Spreizfaktors entspricht.

schiedliche Spreizkodes (SF) einstellbar sind, die kleiner als ein maximaler Spreizfaktor (SFmax) sind, mit einer Detektionseinrichtung (DE) zum Detektieren der Signale mit Hilfe der Spreizkodes, wobei

- 5 - für ein Signal mit einem Spreizfaktor (SF), der kleiner als der maximale Spreizfaktor (SFmax) ist, mehrere virtuelle Spreizkodes (cv) gebildet werden, die jeweils nur auf einzelne Symbole oder Symbolgruppen des Signals bezogen sind,
- die Detektion dieses Signals mit den virtuellen Spreizkodes
- 10 (cv) durchgeführt wird, und
- die Detektionsergebnisse mit den virtuellen Spreizkodes (cv) zum empfangsseitigen Datenstrom des Signals mit dem kleineren Spreizfaktor aneinandergereiht werden.

Fig. 1



3/5

Fig. 3

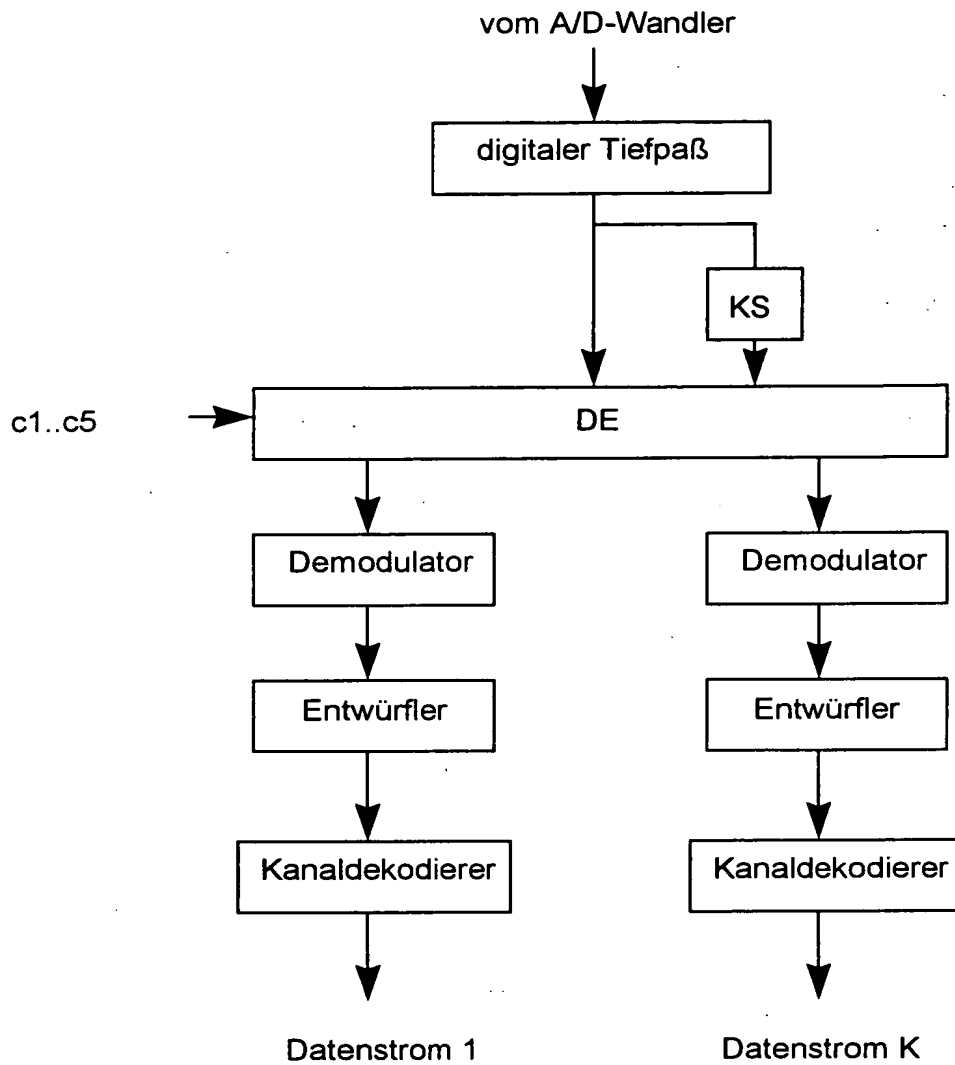


Fig. 5

